



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002066873 A**

(43) Date of publication of application: **05.03.02**

(51) Int. Cl

B23Q 11/10

(21) Application number: 2000265325

(71) Applicant: **HORKOS CORP**

(22) Date of filing: 01.09.00

(72) Inventor: **MAKIYAMA TADASHI**

(54) MAIN SPINDLE DEVICE FOR MACHINE TOOL

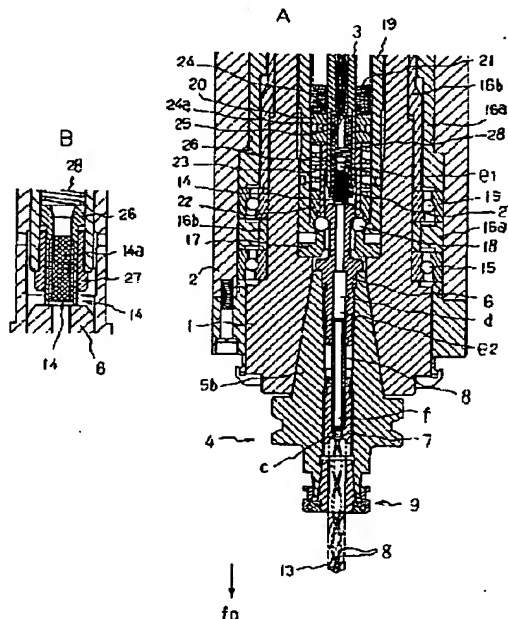
spray-form cutting liquid passage e1 or e2.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform stable injection of spray-form cutting liquid from the tip of a cutting tool 13 during the occurrence of a temporary fluid fluctuation of spray-form cutting liquid in spray-form cutting liquid passages e1 and e2 and during a stop and restarting of a feed of spray-form cutting liquid in a spray-form cutting liquid passage e1.

SOLUTION: Spray-form cutting liquid passages e1 and e2 having a single- form passage section are formed in an internal part ranging from a main spindle 1 to the tip of a cutting tool 13 mounted in one flesh-form state with the main spindle and spray-form cutting liquid fed from the main spindle 1 side is injected from the tip of the cutting tool 13 through the spray-form cutting liquid passages e1 and e2. In the main spindle device of a machine tool operated in a manner described above, a hollow chamber group permeation layer part 14 where a number of hollow chambers 142 are laminated in a multistage-form manner and communicating state and spray-form cutting liquid permeates through the hollow chambers 142 group is formed in the middle of the



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-66873

(P2002-66873A)

(43) 公開日 平成14年3月5日 (2002.3.5)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 3 Q 11/10

識別記号

F I

B 2 3 Q 11/10

テームト (参考)

F 3 C 0 1 1

D

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-265325(P2000-265325)

(22) 出願日 平成12年9月1日 (2000.9.1)

(71) 出願人 591059445

ホーコス株式会社

広島県福山市草戸町2丁目24番20号

(72) 発明者 横山 正

広島県福山市草戸町二丁目24番20号 ホー

コス 株式会社内

(74) 代理人 100065721

弁理士 俣野 弘稔

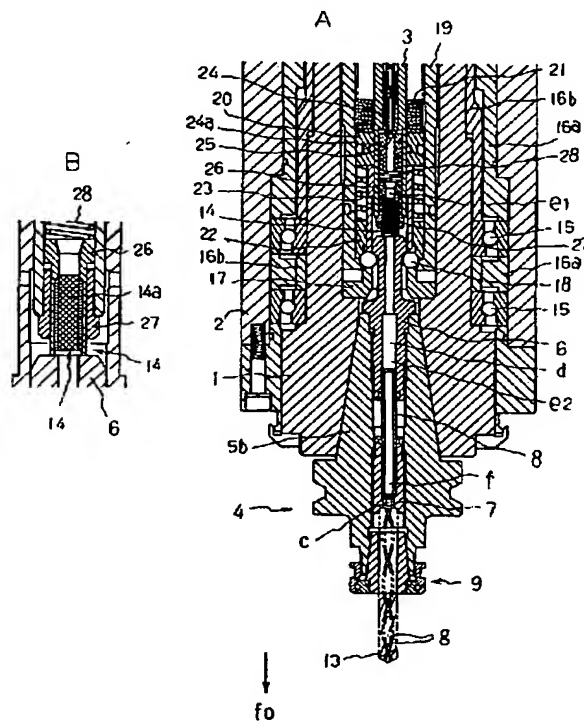
Fターム(参考) 3C011 EE06 EE09

(54) 【発明の名称】 工作機械の主軸装置

(57) 【要約】

【課題】 霧状切削液通路 e 1、e 2 内での霧状切削液の一時的な流動変動が生じたときや、霧状切削液通路 e 1 内への霧状切削液の供給の停止や再開のときに於ける刃具 1 3 先端からの霧状切削液の噴出を安定的となす。

【解決手段】 主軸 1 からこれと一体状に装着された刃具 1 3 の先端に至る範囲の内部に単一状の通路断面を有する霧状切削液通路 e 1、e 2 を形成し、主軸 1 側から供給された霧状切削液がこの霧状切削液通路 e 1、e 2 を経て刃具 1 3 先端から噴出されるように作動する工作機械の主軸装置に於いて、前記霧状切削液通路 e 1 又は e 2 の途中に、多数の空室 1 4 2 が多段状且つ連通状態に積層され且つ霧状切削液がそれらの空室 1 4 2 群を経て透過するものとした空室群透過層部 1 4 を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 主軸からこれと同体状に装着された刀具の先端に至る範囲の内部に単一状の通路断面を有する霧状切削液通路を形成し、主軸側から供給された霧状切削液がこの霧状切削液通路を経て刀具先端から噴出されるように作動する工作機械の主軸装置に於いて、前記霧状切削液通路の途中に、多数の空室が多段状且つ連通状態に積層され霧状切削液がそれらの空室群を経て透過するものとした空室群透過層部を形成したことを特徴とする工作機械の主軸装置。

【請求項2】 各空室が比較的小さな出入口で相互に連通されていることを特徴とする請求項1記載の工作機械の主軸装置。

【請求項3】 空室群透過層部が焼結金属で形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の工作機械の主軸装置。

【請求項4】 空室群透過層部が刀具を主軸に固定させるための工具ホルダの内部に設けてあることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の工作機械の主軸装置。

【請求項5】 空室群透過層部が主軸の内部に設けてあることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の工作機械の主軸装置。

【請求項6】 主軸の内部に霧状切削液を発生させるための霧状切削液生成部を設け、この霧状切削液生成部と、刀具を主軸に固定させるための工具ホルダとの間に空室群透過層部を設けたことを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の工作機械の主軸装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、霧状切削液が刀具先端から噴出するものとした工作機械の主軸装置に関する。

【0002】

【従来の技術】工作機械による加工では被加工物や刀具の冷却及び潤滑、又は切屑の除去などのため加工部に切削液を多量に供給しているが、これによるときは切削液による環境汚染や人体の健康への悪影響、切削液の廃油処理に伴う大きなコスト、被加工物の過冷却による刀具寿命の低下、又は切削液過多による刀具の微細切込み加工時の滑り磨耗などの問題があるほか、加工時に多量の切削液が切屑に付着するため、切屑の処理や再利用のさい、これに付着した切削油を分離することが必要となる。これらの問題を解決するため、近年では極微量の切削液を霧状にして加工部へ供給しながら切削する、いわゆるドライ切削を行うものとした工作機械が出現している。

【0003】本出願人は、既に、ドライ切削を行うための工作機械を実施しており、その主軸装置は、例えば図11に示すように、刀具13の固定された工具ホルダ4をそのテーパシャンク部5bを介して主軸1に固定させ

たものとなされている。この際、工具ホルダ4には単一状通路断面を有するものとなされた直状のホルダ側霧状切削液通路e2が形成されており、この通路e2はブルスタッド6の中心孔d、ホルダ内部連絡管8の内孔f、及び、刀具13の肉厚部に形成された刀具内通路g等からなっている。また主軸1にはこの回転中心部に設けられ単一状通路断面を有するものとなされた内管3の内孔からなる主軸側霧状切削液通路e1が形成されている。

10 【0004】そして刀具13による加工中には、主軸1近傍に形成された霧状切削液発生装置の発生した霧状切削液が主軸側霧状切削液通路e1の元側箇所へ供給されるのであって、この主軸側霧状切削液通路e1を通過した後、ホルダ側霧状切削液通路e2を経て刀具13の先端から噴出するものとなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の工作機械に於いて、主軸1の回転速度はその作動状況に応じて変化するものとなるが、それが大きくなったときは霧状切削液通路e1、e2内を流れる霧状切削液に作用する遠心力が増大するため、霧状切削液通路e1、e2の内周面近傍での霧状切削液の圧力が上昇し、その液状化が促進され、霧状切削液の安定的供給が損なわれるのであり、これに起因して刀具寿命が低下したり加工面の品質が低下する等の種々の弊害が生じるようになる。

20 【0006】また工作機械の作動中、霧状切削液の無駄な供給を避けるため、頻繁にその供給の停止と開始が繰り返されるが、その供給が停止されたとき、霧状切削液通路e1、e2内の霧状切削液は瞬時に流出してしまうため、この後、その供給が開始されたとき、先ず霧状切削液通路e1、e2内にそれが満たされなければ、その安定的な供給状態は得られず、能率的な作業が阻害されるのである。本発明は、斯かる問題点に対処し得るものとした工作機械の主軸装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では請求項1に記載したように、主軸からこれと同体状に装着された刀具の先端に至る範囲の内部に単一状の通路断面を有する霧状切削液通路を形成し、主軸側から供給された霧状切削液がこの霧状切削液通路を経て刀具先端から噴出されるように作動する工作機械の主軸装置に於いて、前記霧状切削液通路の途中に、多数の空室が多段状且つ連通状態に積層され霧状切削液がそれらの空室群を経て透過するものとした空室群透過層部を形成する。

40 【0008】上記発明に於ける作用を説明すると、霧状切削液通路を流れる霧状切削液は圧力流体であり、空室群透過層部を通過した後、刀具先端から噴出する。この場合、空室群透過層部の多数の空室は霧状切削液の通路

として機能するほか、霧状切削液を蓄積するための空間としても機能する。即ち、霧状切削液が霧状切削液通路内を円滑に流れるときは空室群透過層部内での霧状切削液の圧力は霧状切削液が円滑に流れないときに比べて高くなり、各空室内をその高い圧力の霧状切削液が通過するとき、この霧状切削液が各空室内に蓄積される。

【0009】一方、主軸の回転速度が一時的に大きくなる等して、霧状切削液が霧状切削液通路内で液状化して円滑に流れないときは、空室群透過層部の上流側での圧力が低くなるため、霧状切削液は空室群透過層部内に一時的に流入し難くなるのであり、このとき、各空室内に比較的高い圧力で蓄積されている霧状切削液が空室の出口側から一時的に流出して下流側へ向けて流動し、霧状切削液の不足分を補うように作用する。

【0010】また主軸側から供給される霧状切削液が停止されたとき、空室群透過層部の多数の空室には霧状切削液通路内の圧力低下した霧状切削液や液状化切削液が滞留するものとなる。この滞留した切削液は再び主軸側から霧状切削液が供給される初期に於いて、上流側に供給された霧状切削液の圧力波の伝搬で押し出され切削液の不足を補うように作用する。

【0011】この発明は次のように具体化することができる。即ち、請求項2に記載したように、各空室が比較的小さな出入口で相互に連通されている構成となす。これによれば、空室群透過層部よりも下流側の霧状切削液の圧力が低下したとき、空室内の霧状切削液が霧状切削液出入口から比較的ゆっくりと流出するようになり、刃具先端へ向かう霧状切削液の不足を補うように作用する一回作用当たりの時間が長期化するものとなる。

【0012】また請求項3に記載したように、空室群透過層部が焼結金属で形成された構成となす。これによれば、多数の空室が連通状態に積層されてなる空室群透過層部が簡易に形成され、しかも丈夫なものとなる。

【0013】さらに請求項4に記載したように、空室群透過層部が刃具を主軸に固定させるための工具ホルダの内部に設けてある構成となす。これによれば、主軸側の内部の構造の複雑化が回避される。

【0014】或いは請求項4に記載のものに代えて次のようになしてもよいのであって、即ち、請求項5に記載したように、空室群透過層部が主軸の内部に設けてある構成となす。これによれば、主軸に装着される種々の刃具及びこれの関連部材は従来のままでよいものとなり、空室群透過層部の製造コストは種々の刃具及びこれの関連部材のそれぞれに空室群透過層部を設ける場合に比べ安価となる。

【0015】この際、請求項6に記載したように、主軸の内部に霧状切削液を発生させるための霧状切削液生成部を設け、この霧状切削液生成部と、刃具を主軸に固定させるための工具ホルダとの間に空室群透過層部を設けることも差し支えない。これによれば、霧状切削液通路

の長さが短くなって霧状切削液の液状化の量が少なくなり、空室群透過層部による霧状切削液の安定化が効果的に行われるものとなる。

【0016】

【発明の実施の形態】 先ず、本願発明の第一実施例について説明する。図1は本実施例に係る工作機械の主軸装置を示すもので、Aは側面視断面図、Bは前記主軸装置の主要部を示す拡大断面図である。これらの図に於いて、1は丸棒状の主軸で、工作機械の主軸支持フレーム2に図示しない軸受を介して主軸1中心回りへの回転自在に支持されている。この主軸1には中心孔1aが形成してあり、この中心孔1aの先部はテーパ孔aとなされている。そして、中心孔1a内の中心位置には内管3が主軸1と同体状に固定されている。

【0017】4は工具交換装置による脱着可能となされた工具ホルダであり、ホルダ本体部5は中央部を鐳部5aとなされ、この鐳部5aよりも後側部分をテーパシャンク部5bとなされ、先側部分を丸軸状の前側張出部5cとなされている。ホルダ本体部5の中心箇所には内孔bが形成してあり、この内孔bの後端部にブルスタッド6が螺着され、内孔bの前寄り箇所の比較的長い範囲に雌ネジb1が形成され、最前部はテーパ孔b2となされている。そして、雌ネジb1には外周面に雄ネジを形成されたアジャストスクリュー7が螺入されている。アジャストスクリュー7には中心孔cが形成されており、この中心孔cの後部とブルスタッド6の中心孔dとはホルダ内部連絡管8で連通されている。

【0018】前側張出部5cの先部にはコレット締結機構9が形成してあり、この機構9はホルダ本体部5のテーパ孔b2に嵌入されたコレット10、前側張出部5cの前端部に螺合された締結ナット体11、及び、この締結ナット体11とコレット10とをコレット10の周方向の相対変位可能に結合するためのリング状結合部材12a、12bからなっている。そして、コレット10の中心孔には刃具13が差し込まれており、この刃具13は後端部をアジャストスクリュー7の内孔cの前部に差し込まれて後方への移動を規制された状態に支持されると共に、胴部をコレット締結機構9でホルダ本体部5の中心位置に強固に固定されている。

【0019】この工具ホルダ4は主軸1のテーパ孔aにテーパシャンク部5bを密状に嵌合されブルスタッド6が主軸1の中心孔1a内に設けた図示しないクランプ機構により後方へ引張されることにより主軸1に強固に装着された状態となっている。この状態の下では、内管3の先端がブルスタッド6の後端面に密状に接した状態となる。

【0020】上記した構成に於いて、内管3の内孔が主軸1側の霧状切削液通路e1をなしており、またブルスタッド6の中心孔d、ホルダ内部連絡管8の内孔f、アジャストスクリュー7の中心孔c、及び、刃具13の肉

厚部に形成された刀具内通路 g が工具ホルダ 4 側の霧状切削液通路 e 2 をなしている。

【0021】上記した工具ホルダ 1 側の霧状切削液通路 e 2 の途中であるアジャストスクリュウ 7 の中心孔 b 内で、ホルダ内部連絡管 8 の前端と刀具 1 3 の後端との間箇所には、本発明の特徴部分をなす空室群透過層部 1 4 が設けてある。この空室群透過層部 1 4 はアジャストスクリュウ 7 の中心孔 c 内に密状に嵌挿される形状となされた図 1 B に示すような円柱部材 1 4 a であって、多数の空室が多段状且つ連通状態に積層され霧状切削液がそれらの空室群を経て通過するものとなされている。

【0022】この際、円柱部材 1 4 a は直径を凡そ 2 ～ 10 mm 程度となされており、また各空室は霧状切削液通路 e 2 の断面寸法に比べて極小であると共に各空室の大きさに対し比較的小さな霧状切削液出入口を有するものである。このような円柱形部材は例えば微小空洞の密集した状態の焼結金属塊を切削する等して形成する。

【0023】上記主軸装置の使用に於いては、霧状切削液の必要時にその供給開始指令が工作機械の制御部に付与されるのであり、これに関連して、主軸装置の近傍に設けた図示しない霧状切削油発生装置から、主軸 1 側の霧状切削液通路 e 1 の後端部に圧力凡そ 0.3 MPa 程度の霧状切削液が供給される。この霧状切削液はやがて工具ホルダ 4 側の霧状切削液通路 e 2 内に達し、ホルダ内部連絡管 8、空室群透過層部 1 4 及び刀具内通路 g を経て刀具 1 3 先端から噴出される。一方、霧状切削液が不必要となったときはその供給停止指令が工作機械の制御部に付与されるのであり、これに関連して霧状切削油発生装置からの霧状切削液通路 e 1 への霧状切削液の供給は停止される。

【0024】以下に他の実施例を順に説明するが、各実施例に関連した説明及び各図に於いて既述部位と実質的同一部位には同一符号を使用するものとする。

【0025】本願発明の第二実施例について説明すると、図 2 は本実施例に係る工作機械の主軸装置を示す側面視断面図である。この図に示すように、主軸 1 と主軸支持フレーム 2 との間には主軸 1 を回転自在に支持するための軸受 1 5、1 5 を設けると共に主軸 1、主軸支持フレーム 2 及び軸受 1 5、1 5 の相対位置を規制するためのスペーサ 1 6 a、1 6 b が設けてある。

【0026】1 7 は主軸 1 の中心孔 1 a の平行部内の前部に挿入されたキャニスタで、周壁には半径方向の透孔を適当数設け、各透孔内に球部材 1 8 を周壁半径方向の変位可能に案内している。このキャニスタ 1 7 の周壁には主軸 1 の中心孔 1 a に前後変位可能に案内される筒棒状のクランプロッド 1 9 が外挿され、このロッド 1 9 が主軸 1 に対し前方 f 0 へ変位することにより球部材 1 8 が主軸半径方向外側へ変位可能となり、逆にこのロッド 1 9 が主軸 1 に対し後方へ変位することにより球部材 1 8 がこのロッド 1 9 の先端で押されて主軸半径方向内側

に強制変位させられるようになされている。

【0027】内管 3 とクランプロッド 1 9 との間でキャニスタ 1 7 の後端面箇所にはバネ受けリング部材 2 0 が嵌挿されており、このバネ受けリング部材 2 0 はこれの後方に装着された圧縮状態の皿バネ群 2 1 によりキャニスタ 1 7 の後端面に圧接されてその位置を保持されている。

【0028】またキャニスタ 1 7 とクランプロッド 1 9 との間箇所の前部には球部材 1 8 を斜面部で押圧し得るものとなされた押圧用リング部材 2 2 をクランプロッド 1 9 に対し前後変位可能に嵌挿しており、このリング部材 2 2 とバネ受けリング部材 2 0 との間に圧縮状態のスプリング 2 3 が装着してあり、このスプリング 2 3 の弾力により球部材 1 8 が主軸半径方向内側へ付勢されるようになされている。この付勢力はクランプロッド 1 9 が主軸 1 に対し前方 f 0 へ変位されたとき、工具ホルダ 4 がその自重等により主軸 1 から抜け落ちないように工具ホルダ 4 を適当力で支持するように作用するものである。

【0029】内管 3 の内孔内のやや奥部には霧状切削液生成部 2 4 が設けてあり、この霧状切削液生成部 2 4 にはこれの後方となる内管 3 の内孔を経て切削液と圧縮空気とが独立して供給されるようになされており、霧状切削液生成部 2 4 はこのように供給された切削液と圧縮空気を混合攪拌して霧状切削液となし、これを前部の開口部 2 4 a から噴射するものとなされている。

【0030】内管 3 の内孔内で霧状切削液生成部 2 4 より前側部分はやや大きな径となされており、この前側部分の内方で霧状切削液生成部 2 4 の前側近傍には円筒状の圧縮空気供給弁 2 5 が前後変位可能に内挿されており、また内管 3 の前側部分の先端部の内方には延長連絡管部材 2 6 が抜止め筒部材 2 7 を介して一定範囲内での前後変位自在に装着されており、さらに延長連絡管部材 2 6 と圧縮空気供給弁 2 5 との間に圧縮状態のスプリング 2 8 が配設されている。

【0031】この際、スプリング 2 8 は延長連絡管部材 2 6 を前方 f 0 へ押圧すると共に圧縮空気供給弁 2 5 を後方へ押圧するものである。そして圧縮空気供給弁 2 5 は内管 3 内の前側部分内の圧力が低下したとき前方変位し、霧状切削液生成部 2 4 側の圧縮空気が圧縮空気供給弁 2 5 の内孔内に吹き込まれる状態となるものとなす。そして、工具ホルダ 4 は先の実施例のものから空室群透過層部 1 4 を取り除いた構造となされている。

【0032】上記構成に於いて、主軸 1 から分離された工具ホルダ 4 を主軸 1 に装着するときは、クランプロッド 1 9 を前方 f 0 へ変位させた状態の下で、工具ホルダ 4 のテーパシャンク部 5 b を主軸 1 のテーパ孔 a 内に押し入れるのであり、これによりブルスタッド 6 が球部材 1 8 を主軸半径方向外側へ押し変位させてキャニスタ 1 7 に対し図 2 に示す位置まで進入する。この進入の後、

クランプロッド 19 を後方へ引き移動させるのであり、これにより球部材 18 は主軸半径方向内側へ押し込まれて、クランプロッド 19 の引張力をプルスタッド 6 に伝達するものとなり、工具ホルダ 4 は主軸 1 に強固に固定された状態となる。

【0033】一方、主軸 1 に固定された工具ホルダ 4 を主軸 1 から分離させるときは、クランプロッド 19 を前方 f 0 へ変位させた状態の下で、工具ホルダ 4 を前方 f 0 へ引き出すのであり、これによりプルスタッド 6 は球部材 18 をスプリング 23 の弾力に抗して主軸半径方向外側に押し移動させ前方 f 0 へ抜け出るものとなる。

【0034】上記した構成に於いて、内管 3 の内孔で霧状切削液生成部 24 よりも前側部分が主軸 1 側の霧状切削液通路 e 1 をなしており、またプルスタッド 6 の中心孔 d、ホルダ内部連絡管 8 の内孔 f、アジャストスクリュウ 7 の中心孔 c、及び、刃具 13 の肉厚部に形成された刃具内通路 g が工具ホルダ 4 側の霧状切削液通路 e 2 をなしている。上記した技術は本出願人の先願（特願平 11-196231 号公報）に開示されたものと殆ど同一である。

【0035】本実施例では、さらに、主軸 1 内であって霧状切削液生成部 24 と工具ホルダ 4 との間に空室群透過層部 14 が設けられているのであり、この空室群透過層部 14 は、延長連絡管部材 26 の内孔の前端部に先の実施例のものと同様な円柱部材 14a を内嵌し固定させたものとなしてある。

【0036】工具ホルダ 4 が主軸 1 に固定された状態では、延長連絡管部材 26 の前端面はプルスタッド 6 に押されてスプリング 28 の弾力に抗して少し後方へ変位した状態なり、スプリング 28 の弾力でプルスタッド 6 の後端面に密状に圧接する。この際、円柱部材 14a の多数の空室が主軸 1 側の霧状切削液通路 e 1 と工具ホルダ 4 側の霧状切削液通路 e 2 とを連通させる。

【0037】一方、工具ホルダ 4 を主軸 1 から抜き取った状態では、円柱部材 14a は延長連絡管部材 26 と共にスプリング 28 の弾力で前方 f 0 へ押され、延長連絡管部材 26 の移動範囲の前側規制位置に対応した位置まで変位した状態となるようになされている。

【0038】上記主軸装置の使用に於いては、霧状切削液の必要時にその供給開始指令が工作機械の制御部に付与されるのであり、これに関連して、主軸装置の外方から圧縮空気と切削液が主軸 1 内の霧状切削液生成部 24 に供給される。これにより、霧状切削液生成部 24 は主軸 1 側の霧状切削液通路 e 1 内に圧力凡そ 0.3 MPa 程度の霧状切削液を供給する。この霧状切削液は空室群透過層部 14 を経てやがて工具ホルダ 4 側の霧状切削液通路 e 2 内に達し、ホルダ内部連絡管 8 及び刃具内通路 g を経て刃具 13 先端から噴出される。一方、霧状切削液が不必要となったときはその供給停止指令が工作機械の制御部に付与されるのであり、これに関連して霧状切

削液生成部 24 への圧縮空気と切削液の供給は停止されるのであり、これにより霧状切削液生成部 24 は霧状切削液を生成しなくなり、霧状切削液通路 e 1 への霧状切削液の供給は停止される。

【0039】次に本願発明の第三実施例について説明すると、図 3 は本実施例に係る工作機械の主軸装置を示す側面視断面図である。この図に示すように、主軸 1 の中心孔 1a の平行部の最前部にキャニスタ案内筒部材 29 を密状に内嵌し、この案内筒部材 29 の内孔にクランプロッド 30 を前後移動可能に内挿している。このクランプロッド 30 は中心孔 30a を形成されていて、前部をキャニスタ部 30b となされている。キャニスタ部 30b はその前端部の周壁部に主軸半径方向の透孔を適当数形成されており、各透孔には球部材 18 が主軸半径方向への変位可能に挿入されている。

【0040】主軸 1 の中心孔 1a 内でキャニスタ案内筒部材 29 の後側には圧縮状態の皿バネ群 21 が内挿されており、この皿バネ群 21 はキャニスタ案内筒部材 29 を前側へ押圧する一方で、クランプロッド 30 を前後移動範囲内の後側規制位置へ向け押圧するものとなされている。これにより、キャニスタ案内筒部材 29 は主軸 1 内で図 3A に示す位置に保持された状態となっている。

【0041】クランプロッド 30 のキャニスタ部 30b の後側の中心孔 30a 箇所には延長連絡管部材 31 が設けてあり、この部材 31 は中心孔 30a 内に螺着された抜止めリング部材 32 を介して一定範囲内の前後移動可能に案内されると共に、この部材 32 の後側に装着した圧縮状のスプリング 33 で前方 f 0 へ押圧された状態となされている。工具ホルダ 4 はプルスタッド 6 の中心孔 d と刃具内通路 g とをホルダ本体 5 の中心孔 b で連通させたものとなされている。

【0042】上記構成に於いて、主軸 1 から分離された工具ホルダ 4 を主軸 1 に装着するとき、クランプロッド 30 を前方 f 0 へ変位させた状態の下で、工具ホルダ 4 のテーパシャンク部 5b を主軸 1 のテーパ孔 1a 内に押し入れるのであり、これによりプルスタッド 6 が球部材 18 を主軸半径方向外側へ押し変位させてキャニスタ案内筒部材 29 に対し図 3A に示す位置まで進入する。このとき、クランプロッド 30 は球部材 18 がキャニスタ案内筒部材 29 の内孔の前端の径大部 29a 内に位置するまで前方 f 0 へ移動されている。この後、クランプロッド 30 を後方へ引き移動させるのであり、これにより球部材 18 は前記径大部 29a の後側に連続した斜面部 29b により主軸半径方向内側へ押し込まれ、クランプロッド 6 のくびれ部に填まり込み、後方への引張力をプルスタッド 6 に伝達するものとなり、工具ホルダ 4 は主軸 1 に強固に固定された状態となる。

【0043】一方、主軸 1 に固定された工具ホルダ 4 を主軸 1 から分離させるときは、クランプロッド 30 を前方 f 0 へ変位させた状態の下で、工具ホルダ 4 を前方 f

0へ引き出すのであり、これによりプルスタッド6は球部材18を主軸半径方向外側に押し移動させて前方f0へ抜け出るものとなる。

【0044】上記した構成に於いて、クランプロッド30の中心孔30aや、延長連絡管31の内孔の一部が主軸1側の霧状切削液通路e1をなしており、またプルスタッド6の中心孔d、ホルダ本体5の中心孔b、及び、刀具13の肉厚部に形成された刀具内通路gが工具ホルダ4側の霧状切削液通路e2をなしている。

【0045】さらに本実施例に於いても第二実施例の場合と同様に、主軸1内に空室群透過層部14が設けられているのであり、この空室群透過層部14は、延長連絡管部材31の内孔の前端部に第一実施例のものと同様な円柱部材14aを固定状に内嵌したものと成してある。

【0046】工具ホルダ4が主軸1に固定された状態では、延長連絡管部材31の前端面はプルスタッド6に押されてスプリング33の弾力に抗して少し後方へ変位した状態になって、スプリング33の弾力でプルスタッド6の後端面に密状に圧接する。この際、空室群透過層部14の多数の空室が主軸1側の霧状切削液通路e1と工具ホルダ4側の霧状切削液通路e2とを連通させる。

【0047】一方、工具ホルダ4を主軸1から抜き取った状態では、円柱部材14aは延長連絡管部材31と共にスプリング33の弾力で前方f0へ押圧され、延長連絡管部材31の移動範囲の前側規制位置に対応した位置まで変位した状態となるようになされている。上記主軸装置の使用に於ける霧状切削液の供給等は第一実施例の場合に準じて行われる。

【0048】次に本願発明の第四実施例について説明すると、図4は本実施例に係る工作機械の主軸装置を示す側面視断面図である。この図に示すように、主軸1の中心孔1aの前部は段付孔部となし、この段付孔部にリング形支持部材34を嵌挿してボルト固定している。このリング形支持部材34の内孔はテーパ孔aとなされている。主軸1の中心孔1a内の奥部には筒形案内部材35が固定状に嵌着してあり、この筒形案内部材35の内孔にドローバー36が前後移動可能に内挿されている。

【0049】ドローバー36の先部には筒形クランプ部材37が螺着されており、このクランプ部材37と筒形案内部材35との間となる中心孔1a内にはバネ受け部材38が内挿されると共に筒形押圧部材39が前後変位可能に内挿されており、また筒形押圧部材39の外周面と中心孔1aの周壁との間にはコレット40が装着されている。筒形押圧部材39の内孔の後部はその前部に比べて径大となされてあって、この後部の内方でバネ受け部材38の前側には圧縮状の皿バネ群21が装着してあり、この皿バネ群21はその弾力で筒形押圧部材39を前方f0へ押圧するものとなしてある。そして筒形押圧部材39はその前部の斜面39aでコレット40の後端斜面40aを押圧するものとなされおり、この筒形押圧

部材39の押圧力がコレット40の前部を縮径させるようになされている。この際、41はクランプ部材37の中心孔に形成された雌ネジに螺合されたロックネジ部材で、クランプ部材37とドローバー36とを固定状に締結するものである。

【0050】ドローバー36には中心孔が形成してあり、この中心孔の奥部に霧状切削液生成部24を固定状に設けてあり、この生成部24の前側の中心孔1a部分は径大部となされ、ここに筒形の圧縮空気供給弁25が前後移動可能に装着されている。この圧縮空気供給弁25は外周を段付面となさせており、その最前部の細径部25aがロックネジ部材41の中心孔内に前後変位可能に挿通され、また中間部25bと中心孔1a部分の周壁との間でロックネジ部材41の後側に圧縮状態となされたスプリング42が圧縮空気供給弁25を後方へ押圧するように装着されている。

【0051】工具ホルダ4は二面拘束HSK型であってテーパ軸部43と半径面44とを有し、テーパ軸部43の内孔内の前端面箇所でホルダ本体5の中心孔bの後端部に延長連絡通路部材45を差し込み筒ネジ部材46を介してホルダ本体4に固定させたものとなしてある。

【0052】上記構成に於いて、主軸1から分離された工具ホルダ4を主軸1に装着するときは、ドローバー36及びクランプ部材37を前方f0へ変位させた状態の下で、工具ホルダ4のテーパ軸部43を主軸1側のテーパ孔a内に押し入れて、図4Aに示すように半径面部44をリング形支持部材34の前端面に密接させる。このとき圧縮空気供給弁25の細径部25aの先端は工具ホルダ4側の延長連絡管45の後端の内孔内に円滑に入り込むものとなる。

【0053】この後、ドローバー36を後方へ引き移動させるのであり、これによりクランプ部材37の先端膨大部がコレット40の前端部の内面を主軸半径方向外側へ押し変位させ、この変位がコレット40の先端部の外面の斜面40bをテーパ軸部43の後端部の内面の斜面に圧接させる。この圧接はテーパ軸部43を後側へ引き寄せる力を発生させ、テーパ軸部43を主軸1側のテーパ孔aに圧接させると同時に半径面部44をリング形支持部材34の前端面に圧接させるのであり、これにより工具ホルダ4は主軸1に強固に固定された状態となる。

【0054】一方、主軸1に固定された工具ホルダ4を主軸1から分離させるときは、ドローバー36及びクランプ部材37を前方f0へ変位させるのであり、これによりコレット40はテーパ軸部43の内面を拘束しなくなる。この状態の下で、工具ホルダ4を前方f0へ引き出し、主軸1側から分離させる。

【0055】上記した構成に於いて、圧縮空気供給弁25の中心孔が主軸1側の霧状切削液通路e1をなしており、また延長連絡管部材45の内孔、ホルダ内部連絡管8の内孔f、アジャストスクリュウ7の中心孔c、及

び、刃具13の肉厚部に形成された刃具内通路gが工具ホルダ4側の霧状切削液通路e2をなしている。

【0056】さらに本実施例では、工具ホルダ4の内部に空室群透過層部14が設けられているのであり、この空室群透過層部14は、アジャストスクリュウ7の中心孔cでホルダ内部連絡管8と刃具13との間箇所に第一実施例のものと同様な円柱部材14aを内嵌し固定させたものとなしてある。上記主軸装置の使用に於ける霧状切削液の供給等は上記第二実施例の場合に準じて行われる。

【0057】図5は本実施例の変形例を示している。この変形例では空室群透過層部14を主軸1内であって霧状切削液生成部24と工具ホルダ4との間に設けるのであり、具体的には圧縮空気供給弁25の前部の細径部25aの内孔内に第一実施例のものと同様な円柱部材14aを内嵌し固定させたものとなしてある。一方、工具ホルダ4の内部の空室群透過層部14は取り除かれている。

【0058】図6は本実施例の他の変形例を示している。この変形例では霧状切削液生成部24及びこれに圧縮空気や切削液を供給するための供給路が取り除かれている。そして、ドローバー36の中心孔内に内管47をドローバー36と同体状に設けると共に、前記圧縮空気供給弁25の代わりにこれと同一形態の延長連絡管部材251をドローバー36の中心孔の前部の径大部内に前後移動可能に内挿し、工具ホルダ4が主軸1に固定された状態では内管47の先端面がスプリング42の弾力により延長連絡管部材251の後端面に圧接された状態となつて、内管47の内孔と延長連絡管部材251の内孔とが連通されるようになされている。この主軸装置の使用に於ける霧状切削液の供給等は第一実施例の場合に準じて行われる。

【0059】次に本願発明の第五実施例について説明すると、図7は本実施例に係る工作機械の主軸装置を示す側面視断面図である。この図に示すように、主軸1の中心孔1aの前部は径大部となしてあり、この径大部にリング形支持部材34を嵌挿してボルト固定している。このリング形支持部材34の後側には筒形のキャニスタ48がリング形支持部材34と同心にボルト固定されている。キャニスタ48の内孔にはクランプ部材49が前後移動可能に内挿されており、このクランプ部材49の周面には球部材18に関連した半球形凹み49aや斜面49bが形成されている。

【0060】主軸1の中心孔1aの奥部にはドローバー36が前後方向の移動可能に内挿されており、このドローバー36はこれの先端に螺着された筒形結合部材50及びロックナット51を介してクランプ部材49の後端部と嵌合状に結合されている。そして、主軸1の中心孔1aの周壁とドローバー36との間にはドローバー36を後側へ押圧するため圧縮状態となされた皿バネ群21

が装着されている。

【0061】ドローバー36の中心孔36a内には霧状切削液生成部24が固定状に設けてあり、中心孔36aの前部は径大部となされてあつて、この径大部に筒形の圧縮空気供給弁25が前後変位可能に内挿してある。圧縮空気供給弁25とクランプ部材49の後端面との間の中心孔36a部分には圧縮状態となされたスプリング42が装着してあり、このスプリング42の弾力で圧縮空気供給弁25が後方へ押圧されるようになされている。そして、ドローバー36の中心孔36aと圧縮空気供給弁25の内孔とは一線状に連通されている。

【0062】二面拘束KM型となされた工具ホルダ4の中心孔bの後部は径大部b1となされており、この径大部b1の内方にホルダ内部連絡管8の後部と連通された通路部材52を挿入すると共にこの通路部材52の細径部に口金部材53を前後移動可能に外挿させ、口金部材53と通路部材52との間となる径大部b1内に圧縮状態となされたスプリング54を装着し、このスプリング54の弾力が口金部材53を後方へ押圧するようになすほか、口金部材53が径大部b1から抜け出るのを規制するための係止リング部材55を径大部b1後端部に固定している。

【0063】上記構成に於いて、主軸1から分離された工具ホルダ4を主軸1に装着するときは、ドローバー36及びクランプ部材49を前方f0へ変位させた状態の下で、工具ホルダ4のテーバ軸部43を主軸1側のテーバ孔a内に押し入れて、図7Aに示すように半径面部44をリング形支持部材34の前端面に密接させる。このとき球部材18は主軸半径方向内側へ変位させられてクランプ部材49の半球形凹み49a内に入り込むように変位して、工具ホルダ4のテーバ軸部43が主軸1側のテーバ孔a内に入り込むのを許容する。

【0064】この後、ドローバー36を後方へ引き移動させるのであり、これによりクランプ部材49の斜面49bが各球部材18を主軸半径方向外側へ押し変位させ、この変位により球部材18がテーバ軸部43の周壁の係合孔43aの斜面に図7Aに示すように圧接する。この圧接はテーバ軸部43を後側へ引き寄せる力を発生させ、テーバ軸部43を主軸1側のテーバ孔aに圧接させると同時に半径面部44をリング形支持部材34の前端面に圧接させるのであり、これにより工具ホルダ4は主軸1に強固に固定された状態となる。

【0065】一方、主軸1に固定された工具ホルダ4を主軸1から分離させるときは、ドローバー36及びクランプ部材49を前方f0へ変位させるのであり、これにより各球部材18は主軸半径方向内側へ移動して半球形凹み49a内に入り込むものとなつてテーバ軸部43を拘束しなくなる。この状態の下で、工具ホルダ4を前方f0へ引き出し、主軸1側から分離させる。

【0066】上記した構成に於いて、圧縮空気供給弁2

5の内孔や、クランプロッド49の中心孔が主軸1側の霧状切削液通路e1をなしており、また口金部材53の内孔、通路部材52の内孔、ホルダ内部連絡管8の内孔f、アジャストスクリュウ7の中心孔c、及び、刃具13の肉厚部に形成された刃具内通路gが工具ホルダ4側の霧状切削液通路e2をなしている。

【0067】さらに本実施例では、工具ホルダ4の内部に空室群透過層部14が設けられているのであり、この空室群透過層部14は第四実施例の場合に準じたものとなされる。そして上記主軸装置の使用に於ける霧状切削液の供給等は上記第二実施例の場合に準じて行われる。

【0068】図8は本実施例の変形例を示している。この変形例では空室群透過層部14を主軸1内であって霧状切削液生成部24と工具ホルダ4との間に設けるのであり、具体的にはクランプ部材49の中心孔の後端部内に第一実施例のものと同様な円柱部材14aを内嵌し固定させたものとなしてある。一方、工具ホルダ4の内部の空室群透過層部14は取り除かれている。

【0069】図9は本実施例の他の変形例を示している。この変形例では霧状切削液生成部24及びこれに圧縮空気や切削液を供給するための供給路が取り除かれている。そして、ドローバー36の中心孔内に内管47をドローバー36と同体状に設けると共に、前記圧縮空気供給弁25の代わりにこれと同一形態の連絡管部材251をドローバー36の中心孔の前部の径大部36a内に前後移動可能に挿し、内管47の先端面がスプリング42の弾力により連絡管部材25の後端面に圧接された状態となって、内管47の内孔とクランプ部材49の内孔とが連通されるようになされている。この主軸装置の使用に於ける霧状切削液の供給等は第一実施例の場合に準じて行われる。

【0070】次は上記した各実施例に於いて霧状切削が空室群透過層部14周辺を通過するときの流動状況について図10をも参照して説明する。ここに、図10は上記各実施例の空室群透過層部14での霧状切削液の流動状況を示す断面視説明図である。

【0071】主軸1の回転中にその霧状切削液通路e1内に適当圧（例えば凡そ0.3MPa程度）で供給された霧状切削液は霧状切削液通路e1又はe2を経て空室群透過層部14に達するのであり、この霧状切削液は空室群透過層部14の切削液入口面141aから空室群透過層部14内に進入する。この進入した霧状切削液は空室142からその前側の空室142へと各空室142の霧状切削液出入口143を経て順次にその下流側へ向けて流動するのであり、この流動中に、各空室142には霧状切削液の供給圧に関連した比較的高い圧力の霧状切削液が充満し蓄積された状態となる。このような空室群透過層部14の内部での霧状切削液の流動が進行すると、霧状切削液はやがて切削液出口面141bに達し、さらに霧状切削液は霧状切削液通路e1よりも下流側の

霧状切削液通路e1又はe2を経て幾分圧力降下しつつ刃具13に達しその先端から噴出する。このような霧状切削液の流動が継続することにより、刃具13先端からの霧状切削液の噴出は連続的に行われる。

【0072】ところで、主軸1の回転速度は加工する刃具径により、大小に変化するのが通常であり、大きく増大することがある。このような場合、霧状切削液通路e1又はe2内を流動する霧状切削液は主軸1の回転速度に対応した大きな遠心力を付与されるものとなり、これに関連して、霧状切削液通路e1又はe2の周壁近傍で霧状切削液の圧力が高くなってその液状化が促進される。

【0073】この液状化の促進により霧状切削液通路内の切削液SLの量が増えると、霧状切削液通路e1又はe2の有効通路断面が減少して霧状切削液の流動が制限されるのであり、このようになると、霧状切削液は空室群透過層部14に達するまでにその圧力を大きく降下される。

【0074】このように圧力降下した霧状切削液は空室群透過層部14の切削液入口141aからの進入を抑制されるものとなり、これに関連して空室群透過層部14の切削液出口側141bの霧状切削液通路e1又はe2内の圧力が降下する傾向となる。このような傾向が生じ始めると、空室群透過層部14内の各空室142に蓄積されている比較的高い圧力の霧状切削液が直ちに膨張して各空室142の霧状切削液出入口143から流出するようになる。この際、霧状切削液出入口143がその対応する空室141の大きさに比べて小さいため、その空室142に蓄積されている霧状切削液は瞬時に最大限まで膨張して流出するのではなく、膨張を制限されつつ流出するようになる。

【0075】この結果、空室群透過層部14の切削液出口141b側の霧状切削液通路e1又はe2内には、空室群透過層部14に進入してくる霧状切削液が減少したにも拘わらず、この進入してくる霧状切削液よりも多い量の霧状切削液が流れ込み、ここでの圧力の降下を抑制するように作用する。これにより、一時的な主軸1の回転上昇による霧状切削液の液状化に起因した霧状切削液の刃具13先端からの噴出量の減少傾向は緩和されるのである。この減少傾向の緩和は刃具寿命の長期化や加工精度や品質の向上等を図る上で寄与するものとなる。

【0076】一方、主軸1側の霧状切削液通路e1内への霧状切削液の供給圧力が一時的に高くなる等してその供給量が増大化されることがあるが、このような場合は空室群透過層部14の空室142群内により多くの霧状切削液が蓄積されるようになって、空室群透過層部14の切削液出口141bからのその流出量の増大化を一時的に抑制するのであり、これにより霧状切削液の刃具13先端からの噴出量の一時的な増大傾向が緩和されるのである。この増大傾向の緩和は霧状切削液を節約する上

で寄与するものとなる。

【0077】上記から明かなように、空室群透過層部 14 の空室 142 は霧状切削液通路 e1 又は e2 内での液状化等に起因して空室群透過層部 14 よりも下流側で生じる一時的な流動変動を抑制するためのバッファとして機能するのであり、これにより刃具 13 先端からの霧状切削液の噴出が安定化されるのである。実際の加工に於ける一時的な流動変動は 2 秒以下程度の短い期間に亘って生じる主軸 1 の回転上昇により生じることが多いのであり、空室群透過層部 14 の空室 142 はこれに対して有効に作用するものとなる。

【0078】また工作機械の使用、ワークの非切削中や主軸の回転を停止させるときは霧状切削液通路 e1 への霧状切削液の供給が停止されるが、この場合は霧状切削液通路 e1 内に残存した霧状切削液が、空室群透過層部 14 よりも下流側へ流出するのを空室群透過層部 14 のバッファとしての作用によって一時的に抑制される傾向となると共に、霧状切削液通路 e1 又は e2 内の霧状切削液が空室群内に蓄積されるほか、霧状切削液通路 e1 又は e2 内で液状化した切削液 SL も空室 142 内に進入して停留するものとなり、これにより霧状切削液や液状化した切削液 SL は刃具 13 先端から無抵抗のまま無駄に流出する現象を阻止されるのである。

【0079】また霧状切削液の供給が停止されて空室群透過層部 14 に蓄積され停留した霧状切削液や液状化した切削液は、霧状切削液が霧状切削液通路 e1 内への供給を開始された直後で未だその供給された霧状切削液が空室群透過層部 14 に達する前に、その供給された霧状切削液の圧力で、空室群透過層部 14 内からこれの下流側へ流出し霧状となって刃具 13 先端から噴出されるものとなり、この噴出された霧状切削液は霧状切削液の供給を開始された直後の刃具 13 先端から噴出される霧状切削液の切削液濃度の低下を補い、刃具 13 先端からの霧状切削液の噴出を安定的となす。

【0080】

【発明の効果】以上の如く構成した本発明によれば、次のような効果が得られる。即ち、請求項 1 の発明によれば、主軸の回転速度の変化等により霧状切削液通路内の霧状切削液の流量が一時的に変動しても、空室群透過層部の空室群がこの変動を緩和するためのバッファとして作用し、刃具先端から霧状切削液を安定的に噴出させるものとなり、これにより例えば刃具寿命の長期化、加工の精度や品質の向上のほか切削液の節約等が図られるのである。

【0081】また工作機械の使用、霧状切削液通路への霧状切削液の供給は停止や再開を繰り返されるが、霧状切削液の供給が停止されたときに空室群透過層部よりも上流側の霧状切削液や液状化した切削液が空室群透過層部に蓄積されるため、それら霧状切削液等の無駄な流出が効果的に阻止されるものとなり、また霧状切削液の

供給が再開された直後に刃具先端から噴出する霧状切削液の切削液濃度の過度の低下が空室群透過層部内から流出する霧状切削液や液状化した切削液により回避されるため、刃具先端から噴出する霧状切削液の切削液濃度の時間的変化が抑制されるものとなる。

【0082】請求項 2 の発明によれば、霧状切削液の流動の一回の一時的変動を緩和することのできる時間が長期化するものとなる。請求項 3 の発明によれば、丈夫な空室群透過層部を簡易に形成することが可能となる。

10 【0083】請求項 4 の発明によれば、主軸側の内部構造の複雑化を回避することができる。請求項 5 の発明によれば、主軸に装着される種々の刃具及びこれの関連部材はこれに変更を加えないでもそれぞれの刃具について空室群透過層部による効用を得ることができるのであり、この効用を得る上での総合コストが種々の刃具及びこれの関連部材のそれぞれに空室群透過層部を設ける場合に比べて安価となる。

20 【0084】請求項 6 の発明によれば、霧状切削液通路の長さが短くなって霧状切削液の液状化の量が少なくなり、刃具からの霧状切削液の噴出が効果的に安定化されるものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第一実施例に係る工作機械の主軸装置を示すもので、A は側面視断面図、B は前記主軸装置の主要部を示す拡大断面図である。

【図 2】本発明の第二実施例に係る工作機械の主軸装置を示し、A は側面視断面図で B は部分拡大図である。

【図 3】本発明の第三実施例に係る工作機械の主軸装置を示し、A は側面視断面図で B は部分拡大図である。

30 【図 4】本発明の第四実施例に係る工作機械の主軸装置を示し、A は側面視断面図で B は部分拡大図である。

【図 5】上記第四実施例の変形例を示し、A は側面視断面図で B は部分拡大図である。

【図 6】上記第四実施例の他の変形例を示し、A は側面視断面図で B は部分拡大図である。

【図 7】本発明の第五実施例に係る工作機械の主軸装置を示し、A は側面視断面図で B は部分拡大図である。

【図 8】上記第五実施例の変形例を示し、A は側面視断面図で B は部分拡大図である。

40 【図 9】上記第五実施例の他の変形例を示し、A は側面視断面図で B は部分拡大図である。

【図 10】上記各実施例の空室群透過層部での霧状切削液の流動状況を示す断面視説明図である。

【図 11】従来例の主軸装置の側面視断面図である。

【符号の説明】

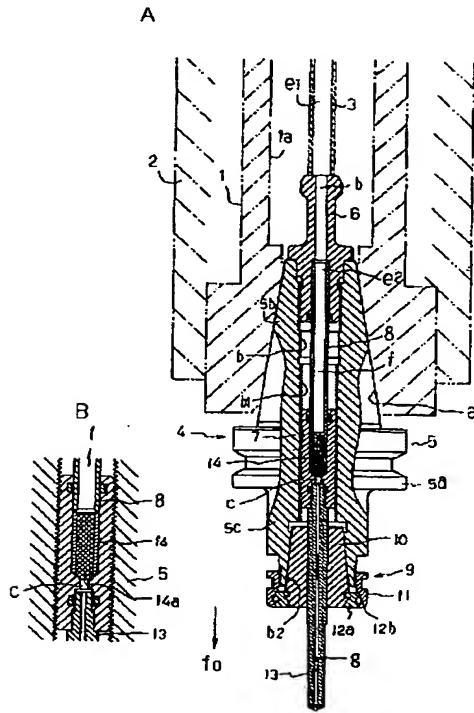
- 1 主軸
- 4 工具ホルダ
- 13 刃具
- 14 空室群透過層部
- 142 空室

17

1 4 3 霧状切削液出入口

2 4 霧状切削液生成部

【図 1】

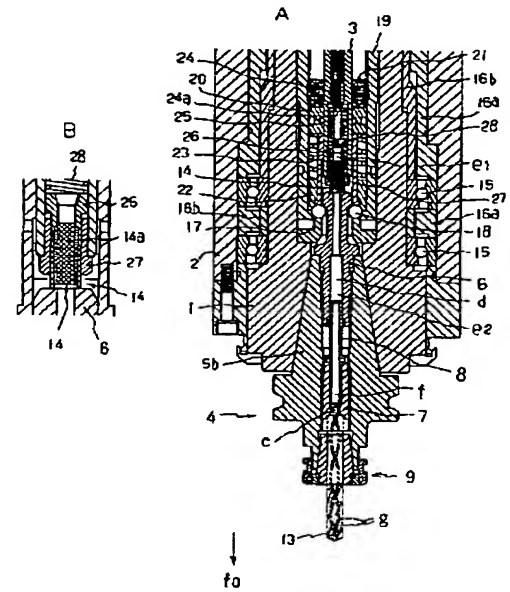


18

e 1 主軸側の霧状切削液通路

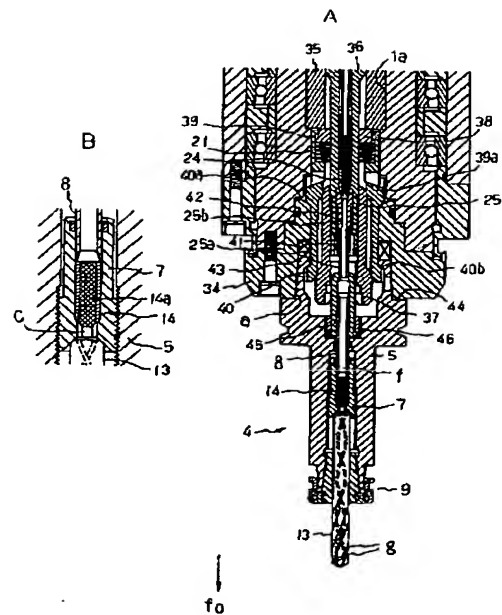
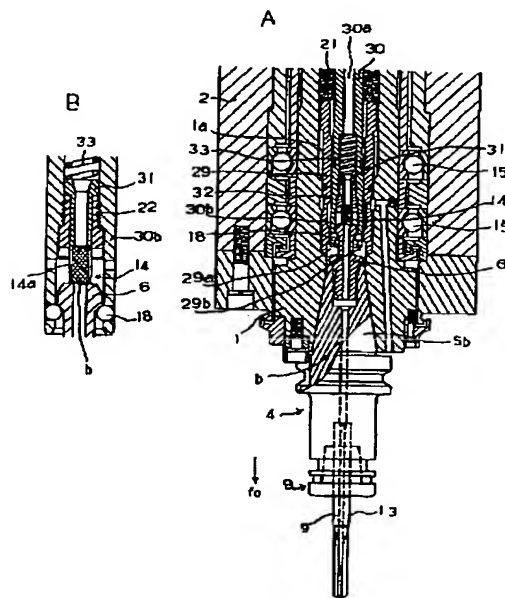
e 2 工具ホルダ側の霧状切削液通路

【図 2】

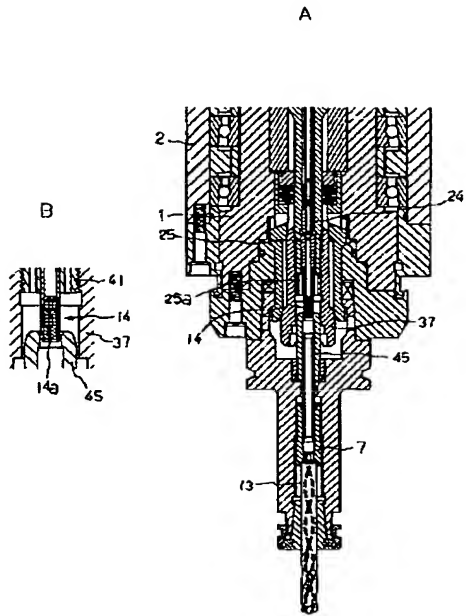


【図 4】

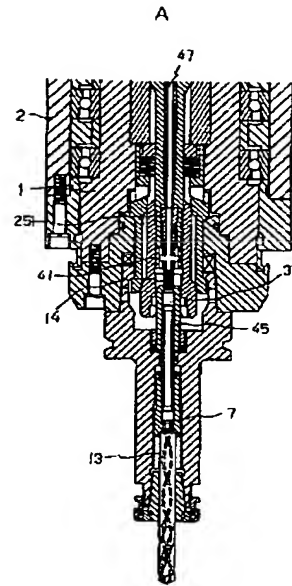
【図 3】



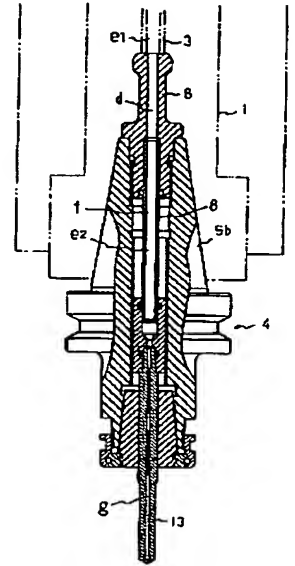
【図5】



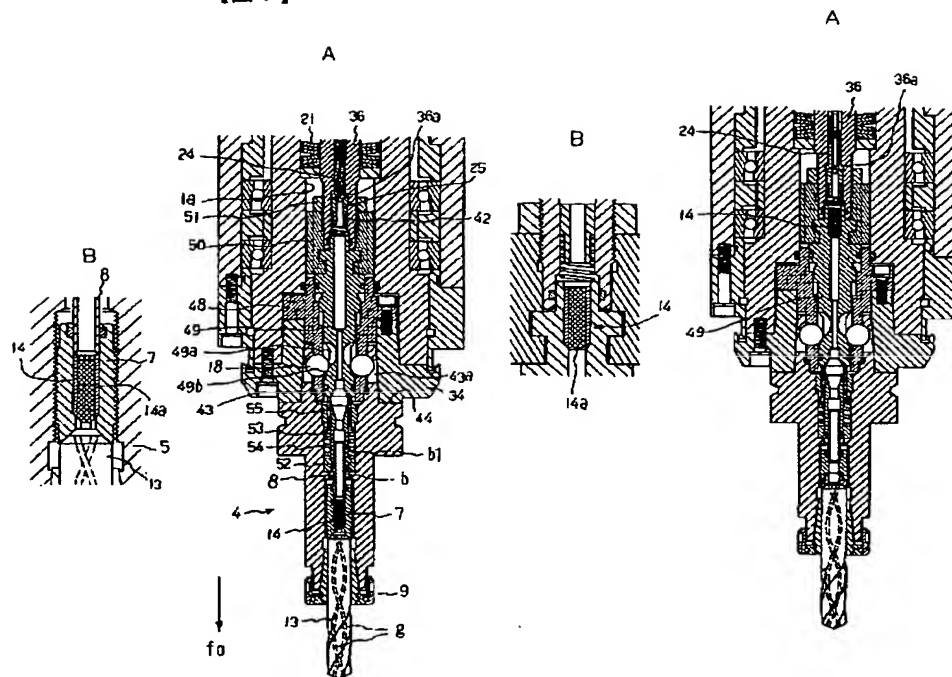
【図6】



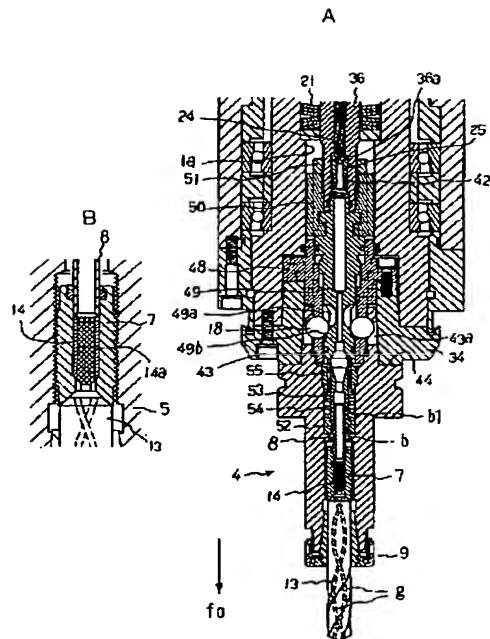
【図11】



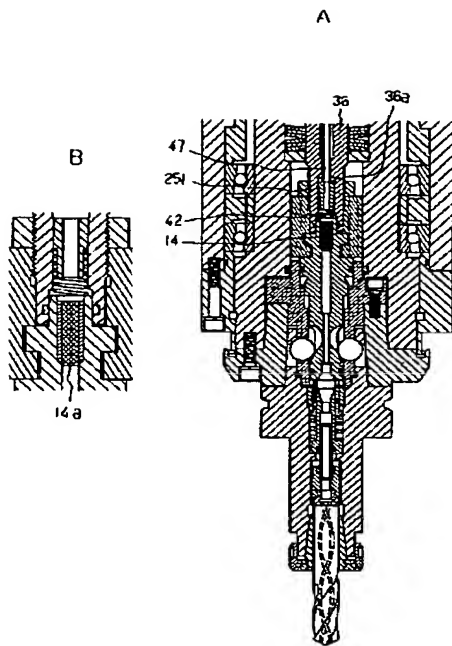
【図8】



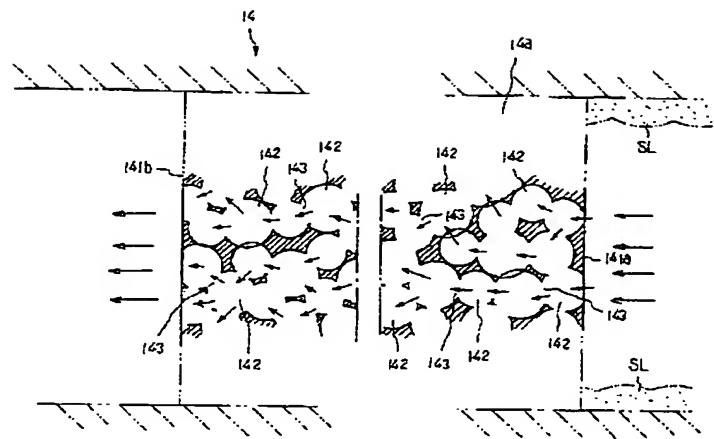
【図7】



【図 9】



【図 10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.